

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: 0 585 481 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 92114861.5

(51) Int. CL<sup>5</sup>: H01S 3/03, H01S 3/041

(22) Anmeldetag: 31.08.92

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
09.03.94 Patentblatt 94/10

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

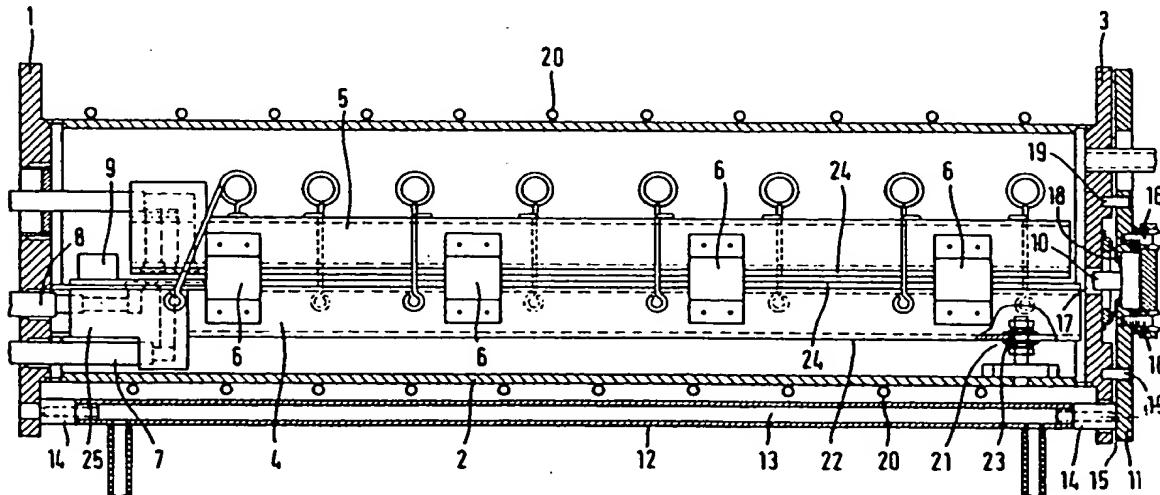
(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
D-80333 München(DE)

(72) Erfinder: Welsch, Wolfgang, Dr.-Ing.  
Fuchswege 25b  
W-8011 Baldham(DE)  
Erfinder: Krüger, Hans, Dipl.-Phys.  
Peralohstrasse 13  
W-8000 München 83(DE)  
Erfinder: Mammach, Peter  
Grünauer Allee 477  
W-8025 Unterhaching(DE)  
Erfinder: Hübner, Clemens, Dipl.-Ing. (FH)  
Zaunkönigstrasse 28  
W-8012 Ottobrunn(DE)  
Erfinder: Arndt, Karlheinz, Dipl.-Ing. (FH)  
Seb.-Bauerstrasse 37a  
W-8000 München 83(DE)

(54) Bandleiterlaser-Resonator.

(57) In einem Bandleiterlaser sind die Abstandsstäbe (12) kühlmitteldurchströmt und zwecks Kompensation der Längenausdehnungen zusammengesetzt

und definieren den invarianten Abstand der beiden mit den Abstandsstäben (14) mittelbar fest verbundenen Resonatorspiegeln (9,10).



Die Erfindung betrifft einen hochfrequenzangeregten diffusionsgekühlten Bandleiterlaser mit zwei mit Mitteln zur Kühlung und mit Mitteln zur gegenseitigen Fixierung versehenen Metallelektroden, zwischen denen ein Entladungsspalt gebildet ist, mit einem instabilen Resonator, dessen erster Resonatorspiegel mit der Basiselektrode fest verbunden ist, mit einem aus einer ersten und zweiten Stirnplatte und einer damit vakuumdicht verbundenen Außenwand zusammengesetzten Gehäuse, wobei die Basiselektrode mit der ersten Stirnplatte fest verbunden ist, und mit mindestens zwei Abstandsstäben. Ein derartiger Bandleiterlaser ist aus der EP-A-0 477 865 bekannt.

Bis vor einigen Jahren standen der Konstruktion eines CO<sub>2</sub>-Hochleistungslasers in Kompaktbauweise unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Bedingt durch die physikalischen Prozesse bei der Laseranregung ist der Wirkungsgrad sehr stark von einer nicht zu hohen Gastemperatur, in der Praxis also von einer effektiven Entfernung überschüssiger Wärme aus dem Lasergas abhängig. Bei diffusionsgekühlten CO<sub>2</sub>-Lasern, bei denen die Wärme durch einen stationären Wärmeleitungsprozeß von der heißesten Stelle im Zentrum des Laserplasmas zu den gekühlten Wänden des Entladungsgefäßes transportiert wird, hat sich herausgestellt, daß die Laserausgangsleistung nur von der Länge und nicht vom Durchmesser der Entladung abhängt. In der Folge wurden deshalb einerseits aufwendige Faltungskonzepte entwickelt, um trotz Leistungen bis den kW-Bereich hinein kompakte Abmessungen des Lasers beizubehalten, andererseits wurden schnell gestromte, also konvektionsgekühlte Laser entwickelt. Schnell gestromte Laser der Leistungsklasse 500 bis über 10.000 W sind derzeit kommerziell erhältlich. Diese nicht für einen abgeschlossenen ("sealed-off") Betrieb vorgesehenen Laser sind jedoch voluminös, haben ein hohes leistungsspezifisches Gewicht und sind auf eine kostenungünstige externe Gasversorgung und auf Pumpen für schnelle Gasumwälzung angewiesen.

Aus den genannten Gründen waren bisher nur sogenannte Wellenleiterlaser mit Leistungen bis zu 200 W als kompakte diffusionsgekühlte CO<sub>2</sub>-Laser erhältlich. Inzwischen sind jedoch beispielsweise aus der EP-A-0 305 893 die Grundlagen eines Bandleiterlasers bekannt, dessen Entladungsraum im Gegensatz zum Wellenleiterlaser keinen quadratischen Querschnitt aufweist, sondern der auf flächenhaften, zur Seite hin offenen Wellenleiterstrukturen basiert. Die Kombination eines derartigen, quasi eindimensionalen Wellenleiters mit einem instabilen Resonator in orthogonaler Richtung ermöglicht dabei eine beugungsbegrenzte Grundmode-Laserstrahlung. Bei diesem Bandleiterkonzept wird die Wärme großflächig von den eng benachbarten Elektroden aufgenommen, von wo sie dann

mit Hilfe geeigneter Kühlflüssigkeiten abgeführt wird. Es ist deshalb nicht mehr notwendig, das Lasergas selbst mit einem besonderen Kühlkreislauf durch den Entladungsraum zu pumpen.

- 5 Zum Stand der Bandleiterlasertechnik wird auf den Artikel von R. Nowack et al, "Diffusionsgekühlte CO<sub>2</sub>-Hochleistungslaser in Kompaktbauweise" in "Laser und Optoelektronik", 23 (3)/ 1991 hingewiesen. Bisher standen der Umsetzung des obenbeschriebenen Bandleiterlaserkonzepts in eine praxistaugliche Konstruktion noch erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Als besonders problematisch stellte sich die Auswahl eines geeigneten Elektronenmaterials und die Sicherstellung der mechanischen Stabilität des Resonatoraufbaus gegenüber thermischen Belastungen heraus. Zur Lösung des erstgenannten Problemkreises wird auf die am gleichen Tag wie die vorliegende Anmeldung eingereichte Patentanmeldung Nr. .... mit dem Titel "Bandleiterlaser mit Verbundelektroden" hingewiesen, die hiermit in die Offenbarung einbezogen wird.
- 10
- 15
- 20

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Lasers der eingangs genannten Art, mit dem ohne großen konstruktiven Aufwand die beschriebenen Nachteile weitgehend vermieden und insbesondere die beiden Resonatorspiegel unabhängig von der Umgebungstemperatur des Lasers und unabhängig von der Wärmefbelastung der Laserelektroden und der Resonatorspiegel auf einem konstanten Abstand und in einer konstanten Winkellage zueinander gehalten werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Bandleiterlaser der eingangs genannten Art die Abstandsstäbe kühlmitteldurchströmt sind und den invarianten Abstand der beiden gegenüberliegenden, mit den Abstandsstäben mittelbar fest verbundenen Resonatorspiegel definieren.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele und der Figur der Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt schematisch und im Schnitt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Resonator-Aufbaus. Aufgrund von Signaturberechnungen hat sich herausgestellt, daß es zur Erreichung des von den Anwendern vorgegebenen Ziels einer bis auf  $\pm 1\%$  konstanten Leistungsabgabe des Lasers notwendig ist, die Wärmeausdehnung der Resonatorlänge durch konstruktive Maßnahmen auf höchstens 0,2  $\mu\text{m}$  zu begrenzen, um die für die konstante Leistungsabgabe erforderliche Modenreinheit zu erreichen. Dabei wurden Fertigungstoleranzen von  $\pm 1,5\text{ mm}$  vorausgesetzt. Dieses ehrgeizige Ziel verlangt eine Reihe konstruktiver Maßnahmen, zumal gleichzeitig auch eine Ver-

kippung der Resonatorspiegel verhindert werden soll.

In der Figur ist ein vakuumdichtes Lasergehäuse 1, 2 und 3 dargestellt, das im wesentlichen aus einer ersten Stirnplatte 1, einer vorzugsweise zylindrischen Außenwand 2 und einer zweiten Stirnplatte 3 besteht. Die genannten Teile werden vorzugsweise aus Edelstahl gefertigt. Dargestellt ist ferner die fest mit der ersten Stirnplatte 1 verbundene Basiselektrode 4 sowie die über ihr angeordnete HF-Elektrode 5, die miteinander durch Abstandshalter 6 verbunden sind. Beide Elektroden 4 und 5 werden durch den Zu-7 und Ablauf 8 von Kühlwasser mit einer Temperatur von ca. 20 bis 25° C effektiv gekühlt, wie es in der oben erwähnten, am gleichen Tag wie die vorliegende Anmeldung eingereichten Anmeldung näher erläutert ist. Auf der Basiselektrode 4, nahe der ersten Stirnplatte 1, steht senkrecht ein zylindrischer Spiegel, dessen Zylinderfläche senkrecht mit einer Toleranz von  $\pm 5$  Winkelsekunden zur Basiselektrode ausgerichtet ist. Er bildet den ersten Resonatorspiegel 9.

Der zweite Resonatorspiegel 10 ist fest mit einem Justierflansch 11 verbunden, der wiederum über feststehende Abstandsstäbe 12 mit der ersten Stirnplatte 1 und damit mittelbar mit der Basiselektrode 4 und dem ersten Resonatorspiegel 9 verbunden ist. Die mindestens drei Abstandsstäbe 12 sind aus einem Invar-Hohlstab 13 und zwei außenliegenden Edelstahlrohren 14 zusammenge schweißt. Das an sich schon eine sehr geringe Längenausdehnung aufweisende Invar-Hohlrohr 13 wird zusätzlich, ebenso wie die Stahlrohre 14, wassergekühlt. Durch die kühlmitteldurchströmten, zusammengesetzten Abstandsstäbe 12 lassen sich die verschiedenen für den Resonator-Aufbau relevanten thermischen Ausdehnungswege zu Null kompensieren, vorausgesetzt, die Temperaturen aller zur Abstandsänderung beitragenden Elemente sind entweder genau definiert oder die Elemente selbst weisen einen Ausdehnungskoeffizienten sehr nahe bei Null auf. Die Länge der Stahlrohre 14 ist so zu bemessen, daß ihre aufgrund ihres Längenausdehnungskoeffizienten definierte Ausdehnung die Summe aller übrigen Längenausdehnungen gerade kompensiert. Im einzelnen ergibt eine Berechnung für einen Invar-Hohlstab 13 von 370,5 mm Länge eine notwendige Länge des V2A-Kompensationselementes 14 von 17,5 mm. Dieser Aufbau gewährleistet eine Abstandsänderung der solchermaßen in einem feststehenden Resonatoraufbau eingefügten Resonatorspiegel 9 und 10 von weniger als 0,2  $\mu\text{m}$ . Die Temperaturverteilung und die mechanische Stabilität im Lasergehäuse wird damit gegenüber äußeren Temperatureinflüssen weitgehend unempfindlich. Der feststehende Resonatoraufbau bestimmt durch eine entsprechende Dimensionierung die Abstände der Resonatorspiegel 9

und 10 unabhängig von Temperaturunterschieden und damit verbundenen Verspannungen in der Außenwand 2 des Gehäuses.

Die Kompensation betrifft nicht nur Schwankungen der Außentemperatur, sondern auch der des Kühlwassers. Die Abstandsstäbe 12 werden parallel zu den Elektroden 4 und 5 mit dem gleichen Kühlwasser beschickt. Bei einer Änderung der Kühlwassertemperatur kompensieren sich die Ausdehnungen der Abstandsstäbe 12 mit denen des Abstandes zwischen dem ersten Resonatorspiegel 9 und der ersten Stirnplatte 1, sowie der Strecke zwischen dem zweiten Resonatorspiegel 10 und dem Berührpunkt von Abstandsstab 12 und Justierflansch 11. Eine sich insgesamt immer noch ergebende Abstandsänderung während der Einschwingphase des Lasers aufgrund einer Änderung der Kühlwassertemperatur kann wesentlich verringert werden, in dem die Zeitkonstanten des Aufwärmvorganges der einzelnen Teilstrecken aneinander angeglichen werden. Dazu müssen die Querschnitte der beteiligten gekühlten Elemente genau definiert sein und der Wasserverteiler 25 und die anderen Elemente müssen bezüglich Parameter wie Material, Strömungsgeschwindigkeit etc. aufeinander abgestimmt sein.

In der FIG ist erkennbar, daß die Abstandsstäbe 12 ohne feste Verbindung durch die zweite Stirnplatte 3 hindurchgeführt und fest mit dem dahinter angeordneten Justierflansch 11 verbunden sind, der von der zweiten Stirnplatte 3 durch einen Dehnungsspalt 15 getrennt ist. Da die zweite Stirnplatte 3 in axialer Richtung beweglich, in radia ler Richtung aber geführt ist, und da der zweite Resonatorspiegel 10 mit dem Justierflansch 11 fest verbunden ist, ergibt sich insgesamt eine konstante Winkellage der beiden Resonatorspiegel 9 und 10 zueinander. Vorteilhafterweise ist es auf einfache Weise möglich, den zweiten Resonatorspiegel 10 justierbar auszubilden und auf eine für den Laserbetrieb mit dem ersten Resonatorspiegel 9 optimale Lage einzustufen. Dies kann beispielsweise durch die in der Figur dargestellten Justierschrauben 16 zum Justieren des zweiten Resonatorspiegels 10 am Justierflansch 11 geschehen.

Die zweite Stirnplatte 3 ist gegenüber dem zweiten Resonatorspiegel 10 mit einer Öffnung 17 versehen, so daß es zur Herstellung einer vakuumdichten Verbindung zwischen dem Gehäuseinneren und dem Justierflansch 11 günstig ist, einen in der Figur dargestellten dehbaren Metallbalg 18 vorzusehen. Der Metallbalg 18 kann beispielsweise aus 0,2 mm dickem Kupfer bestehen. Zur Unterstützung des Balges 18 ist es vorteilhaft, wie in der Figur dargestellt, mindestens einen Paßstift 19 zwischen der zweiten Stirnplatte 3 und dem Justierflansch 11 vorzusehen, damit die zweite Stirnplatte 3 in axialer Richtung gegen den feststehenden

Justerflansch 11 beweglich ist. Alternativ zum Paßstift 19 kann auch eine zwischen Justierflansch 11 und der zweiten Stirnplatte 3 angeordnete, die beiden genannten Teile an versetzten Punkten berührende Haltefeder vorgesehen werden, die in der FIG nicht dargestellt ist.

Trotz der effektiven Kühlung der Elektroden 4 und 5 und obwohl die zylindrische Außenwand 2 mit einer Kühlschlange 20 umgeben ist, unterliegt die Außenwand noch einem geringen Temperaturunterschied, dessen mechanische Auswirkungen berücksichtigt werden müssen. Aufgrund des vorgesehenen dehnbaren Balges 18 und des Dehnungsspaltes 15 kann die zylindrische Außenwand 2 bei Wärmeausdehnung in Richtung auf den Justierflansch 11 wandern, während trotzdem der Spiegelabstand konstant bleibt. Es ist günstig, die Basiselektrode 4 gegenüber der zweiten Stirnplatte 3 in radialer Richtung durch eine mit der Außenwand 2 fest und mit der Basiselektrode 4 in axialer Richtung verschieblich verbundene Stütze 21 zu führen. Diese Stütze 21 kann wegen der unterschiedlichen Längenausdehnung von Außenwand 2 und rechteckförmigen Elektroden-Trägerteil 22 mit Wellfedern 23 versehen werden. Durch ein Langloch im Rechteckprofil hält die Stütze 21 einerseits die Verbindung zwischen der Außenwand 2 und dem Rechteckrohr 22, welches das eigentliche Elektrodenteil 24 trägt, andererseits sind jedoch die beiden Teile ausreichend gegeneinander verschieblich.

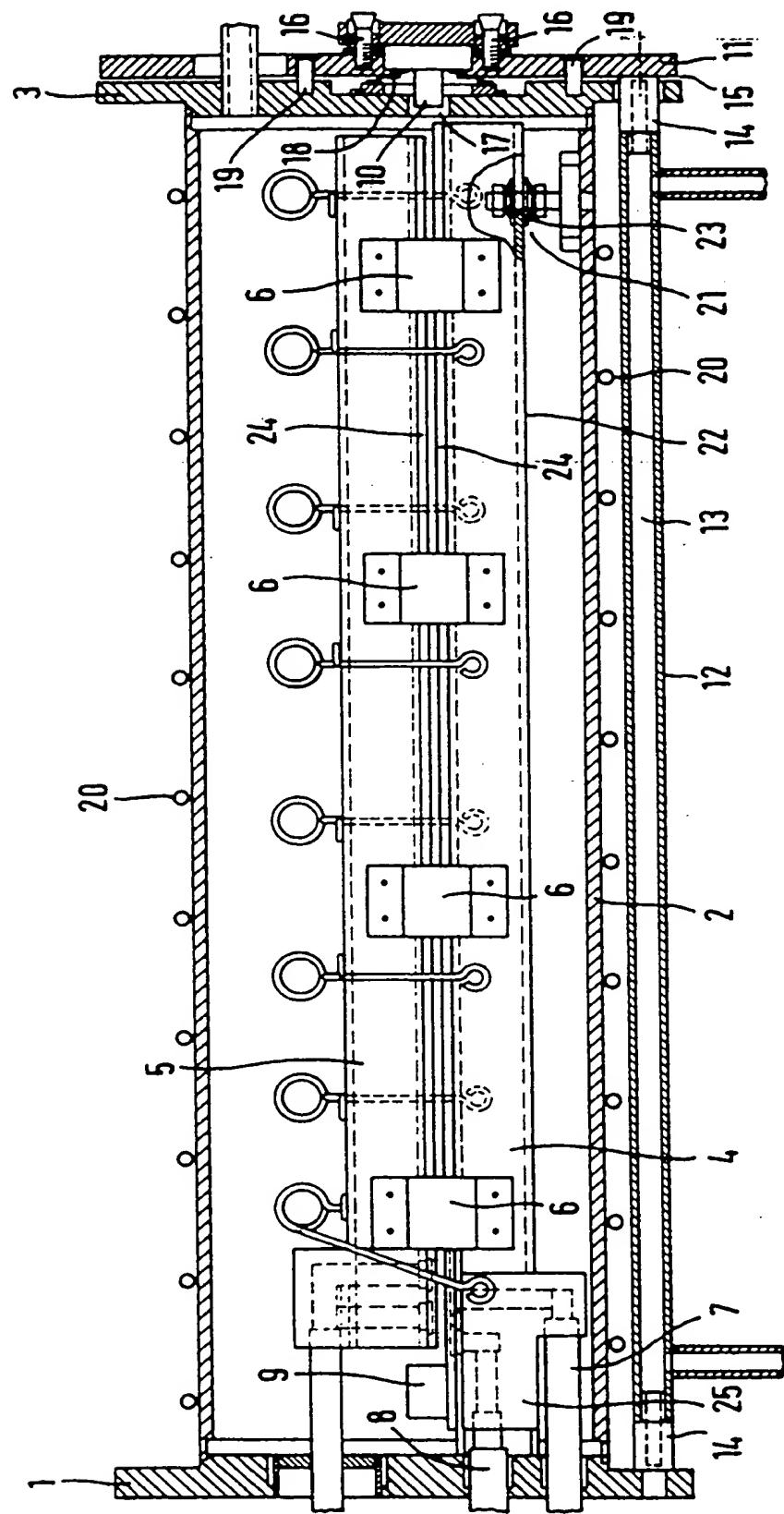
Gemäß einer in der FIG nicht dargestellten zweiten grundsätzlichen Ausführungsform der Erfindung kann der Resonator auch als interner Resonator ausgebildet sein, bei dem mindestens zwei Abstandsstäbe teilweise innerhalb der als Hohlprofil ausgebildeten Basiselektrode verlaufen. Dadurch kann der Resonator innerhalb des vakuumdichten Gehäuses angeordnet werden, was weniger aufwendig ist. Außerdem können der erste Resonatorspiegel, die Abstandsstäbe, ein außerhalb der Basiselektrode mit den Abstandsstäben verbundener Kupferverbindungskörper und der darauf befestigte zweite Resonatorspiegel mittels eines durchgehenden, gemeinsamen Kühlkreislaufes gekühlt werden. Die Abstandsstäbe sollten in der Nähe des zweiten Resonatorspiegels mit einer Haltefeder an das Elektrodenprofil gekoppelt sein. Die Haltefeder kann als Blattfeder ausgeführt sein und erlaubt Bewegungen in axialer Richtung der Abstandsstäbe relativ zum Elektrodenprofil, verhindert aber Bewegungen in radialer Richtung. Um die Resonanzfrequenzen der Abstandsstäbe bei Anregungen in radialer Richtung zu erhöhen, können weitere Haltefedern zwischen Elektrodenprofil und Abstandsstäbe angebracht werden.

## Patentansprüche

1. Hochfrequenzangeregter diffusionsgekühlter Bandleiterlaser mit zwei mit Mitteln zur Kühlung und mit Mitteln zur gegenseitigen Fixierung versehenen Metallelektroden, zwischen denen ein Entladungsspalt gebildet ist, mit einem instabilen Resonator, dessen erster Resonatorspiegel mit der Basiselektrode fest verbunden ist, mit einem aus einer ersten und zweiten Stirnplatte und einer damit vakuumdicht verbundenen Außenwand zusammengesetzten Gehäuse, wobei die Basiselektrode mit der ersten Stirnplatte fest verbunden ist, und mit mindestens zwei Abstandsstäben dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abstandsstäbe (12) kühlmitteldurchströmt sind und den invarianten Abstand der beiden gegenüberliegenden, mit den Abstandsstäben (12) mittelbar fest verbundenen Resonatorspiegel (9, 10) definieren.
2. Bandleiterlaser nach Anspruch 1, bei dem die Abstandsstäbe (12) innerhalb der als Hohlprofil ausgebildeten Basiselektrode (4) verlaufen.
3. Bandleiterlaser nach Anspruch 2, bei dem der erste Resonatorspiegel (9), die Abstandsstäbe (12), ein außerhalb der Basiselektrode (4) mit den Abstandsstäben (12) verbundener Verbindungskörper und der darauf befestigte zweite Resonatorspiegel (10) mittels eines durchgehenden, gemeinsamen Kühlkreislaufes gekühlt werden.
4. Bandleiterlaser nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Abstandsstäbe (12) an mindestens einer Stelle, vorzugsweise in der Nähe des zweiten Resonatorspiegels (10), mittels einer Haltefeder, die nur Bewegungen in axialer Richtung erlaubt, mit der Basiselektrode (4) verbunden sind.
5. Bandleiterlaser nach Anspruch 1 bis 4, bei dem die Abstandsstäbe (12) jeweils aus einem Invar-Hohlstab (13) und mindestens einem, vorzugsweise zwei Metallrohren (14) zusammengesetzt sind, wobei alle Teile eine definierte Länge und einen definierten Längenausdehnungskoeffizienten aufweisen.
6. Bandleiterlaser nach Anspruch 1 oder 5, bei dem die Basiselektrode (4) gegenüber der zweiten Stirnplatte (3) in axialer Richtung beweglich, in radialer Richtung aber geführt ist, bei dem die Abstandsstäbe (12) ohne feste Verbindung durch die zweite Stirnplatte (3) hindurchgeführt und fest mit einem dahinter ange-

ordneten Justierflansch (11) verbunden sind, der von der zweiten Stirnplatte (3) durch einen Dehnungsspalt (15) getrennt ist, und bei dem der zweite Resonatorspiegel (10) mit dem Justierflansch (11) fest verbunden und in einer definierten Lage zum ersten Resonatorspiegel (9) gehalten ist.

7. Bandleiterlaser nach Anspruch 1, 5 oder 6, bei dem eine vakuumdichte Verbindung zwischen der gegenüber dem zweiten Resonatorspiegel (10) zum Gehäuseinneren hin durchbrochenen zweiten Stirnplatte (3) und dem Justierflansch (11) vorzugsweise dem zweiten Resonatorspiegel (10), durch einen dehnbaren Metallbalg (18) gebildet ist. 10
8. Bandleiterlaser nach Anspruch 7, bei dem zusätzlich zum Balg (18) mindestens ein Paßstift (19) zwischen der zweiten Stirnplatte (3) und dem Justierflansch (11) vorgesehen ist und diese zweite Stirnplatte (3) in axialer Richtung gegen den feststehenden Justierflansch (11) beweglich ist. 15 20
9. Bandleiterlaser nach Anspruch 7, bei dem zusätzlich zum Balg (18) eine zwischen dem Justierflansch (11) und der zweiten Stirnplatte (3) angeordnete und sie an versetzten Stellen berührende Haltefeder vorgesehen ist. 25 30
10. Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Basiselektrode (4) gegenüber der zweiten Stirnplatte (3) in radialer Richtung durch eine mit der Außenwand (2) fest und mit der Basiselektrode (4) in axialer Richtung verschieblich verbundene Stütze (21) geführt ist. 35
11. Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem der erste Resonatorspiegel (9) als zylindrische Spiegelfläche ausgebildet ist und, nahe der ersten Stirnplatte (1), senkrecht mit einer Toleranz von  $\pm 5$  Winkelgraden auf der Basiselektrode (4) steht. 40 45
12. Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem der zweite Resonatorspiegel (10) justierbar ausgebildet und auf eine für den Laserbetrieb mit dem ersten Resonatorspiegel (9) optimale Lage einjustiert ist. 50
13. Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 und 5 bis 12, bei dem das Metallrohr (14) als Edelstahlrohr ausgebildet ist. 55





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 4861

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D, Y	EP-A-0 477 865 (SIEMENS) * Ansprüche 1-6; Abbildungen 1,2 *	1, 3, 4, 12	H01S3/03 H01S3/041
Y	EP-A-0 477 880 (SIEMENS) * Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-4 *	1, 3, 4, 12	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 201 (E-757)(3549) 12. Mai 1989 & JP-A-10 22 079 ( KOMATSU ) 25. Januar 1989 * Zusammenfassung *	1, 3, 4, 12	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 315 (E-365)(2038) 11. Dezember 1985 & JP-A-60 147 184 ( MATSUSHITA DENKI SANGYO ) 3. August 1985 * Zusammenfassung *	1, 3, 4, 12	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 3, no. 71 (E-118)(131) 20. Juni 1979 & JP-A-54 051 398 ( NIPPON DENKI ) 23. April 1979 * Zusammenfassung *	1, 3, 4, 12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5 )  H01S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 26 FEBRUAR 1993	Prüfer MALIC K.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	
		A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	